

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11036044
PUBLICATION DATE : 09-02-99

APPLICATION DATE : 16-07-97
APPLICATION NUMBER : 09205476

APPLICANT : NKK CORP;

INVENTOR : YAMAZAKI YUJI;

INT.CL. : C22C 38/00 B23P 15/28 // B23B 27/14

TITLE : HIGH CARBON STEEL HAVING EXCELLENT BLANKING WORKABILITY

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a high carbon steel having an excellent blending workability by allowing the steel to contain a specified amt. of C, regulating the average grain sizes of ferrite and carbides respectively to specified ranges and regulating the ratio of ferrite grains contg. no carbides to \leq a specified value.

SOLUTION: C forms carbides in the steel, applies hardenability and is incorporated by 0.2 wt.% for this purpose. The average grain size of ferrite is regulated to $\geq 2 \mu\text{m}$, and that of carbides is regulated to 0.3 to $< 1.6 \mu\text{m}$. Then, the ratio of ferrite grains contg. no carbides is regulated to $\leq 30\%$. By these, as the higher the average grain size of ferrite is, the softer the stock is made, and loads on working tools are reduced. Furthermore, by reducing ferrite grains contg. no carbides, their coagulation with working tools is reduced to suppress seizure. Moreover, by finely dispersing carbides, its frictional resistance at the time of blanking reduces, so that the wear of working tools is reduced and prolong tool lives.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-36044

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月9日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00 3 0 1 S
B 2 3 P 15/28		B 2 3 P 15/28 Z
// B 2 3 B 27/14		B 2 3 B 27/14 B

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-205476

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月16日

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 藤田 毅

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 山崎 雄司

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高山 宏志

(54) 【発明の名称】 打抜き加工性に優れた高炭素鋼

(57) 【要約】

【課題】 打抜き加工性に優れた高炭素鋼を提供すること。

【解決手段】 重量%で、Cを0.2%以上含み、フェライト平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以上で、かつ炭化物平均粒径が $0.3\mu\text{m}$ 以上、 $1.6\mu\text{m}$ 未満で、炭化物を含まないフェライト粒が30%以下である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、Cを0.2%以上含み、フェライト平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以上で、かつ炭化物平均粒径が $0.3\mu\text{m}$ 以上、 $1.6\mu\text{m}$ 未満で、炭化物を含まないフェライト粒が30%以下であることを特徴とする、打抜き加工性に優れた高炭素鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、工具や刃物、あるいは自動車部品（ギア、シートベルト金具）等の用途に好適な、打抜き加工性に優れた高炭素鋼に関する。

【0002】

【従来の技術】工具や刃物、あるいは自動車部品（ギアやシートベルト金具）に使用される高炭素鋼は、打抜き、成形後、焼入れ焼戻し等の熱処理が施される。これらの部品加工ユーザーの要求の1つに、打抜き型等の加工工具の寿命を長くすることによる生産コストの低減があり、打抜き性の優れた材料が望まれている。材料の成分組成が同じ場合、型寿命の観点からの打抜き性は、材料を軟質させ、加工工具に対する負荷を低減することにより向上する。このような軟質化による打抜き性の向上については、特開昭56-119758号公報、特開平8-246051号公報に開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記技術では、セメントタイトを黒鉛化することにより軟質化を図っており、特に前者の技術では軟質化によりせん断抵抗の低減を行っているが、フェライト組織および炭化物の分散状態を考慮せずに、単に硬度を低下させるだけでは加工工具と材料が凝着を生じてしまい、型寿命は著しく短くなる。

【0004】最近では、従来にもまして生産性向上の観点から加工工具の長寿命化に対する要求が厳しくなっており、上記技術のように、単に材料を軟質化させるだけでは要求に対応することができない。

【0005】本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであって、打抜き加工性に優れた高炭素鋼を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】従来、高炭素鋼の打抜き性、すなわち硬度に影響を及ぼす因子は主に炭化物の形状および量、分散状態であると考えられていた。これに対し、本発明者らが打抜き性に対するミクロ組織の影響について鋭意研究を重ねた結果、材料硬度に対してはフェライト粒径も大きな影響を及ぼし、フェライト粒径および炭化物粒径のいずれも適正に制御することが重要であることを見出した。

【0007】また、加工工具の長寿命化は、工具と材料の凝着を抑制することも重要であり、工具と凝着しやすいフェライトの影響が大きいことを見出した。すなわ

ち、炭化物を含まないフェライト粒が多数存在すると、加工工具と凝着を生じ焼き付きを生じてしまう。

【0008】本発明は、このような知見に基づいてなされたものであり、重量%でCを0.2%以上含み、フェライト平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以上で、かつ炭化物平均粒径が $0.3\mu\text{m}$ 以上、 $1.6\mu\text{m}$ 未満で、炭化物を含まないフェライト粒が30%以下であることを特徴とする打抜き加工性に優れた高炭素鋼を提供するものである。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の高炭素鋼は、重量%でCを0.2%以上含み、フェライト平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以上で、かつ炭化物平均粒径が $0.3\mu\text{m}$ 以上、 $1.6\mu\text{m}$ 未満で、炭化物を含まないフェライト粒が30%以下である。

【0010】以下、C含有量、ならびにフェライト平均粒径、炭化物の平均粒径および炭化物分散状態をこのように規定した理由について説明する。

【0011】(1) C含有量

Cは、鋼中で炭化物を形成し、焼入性を付与する重要な元素である。その含有量が重量%で0.2%未満であると、熱間圧延後の組織においてフェライトとパーライトの混合組織が顕著となり、均一な炭化物粒度分布が得られない。ただし、過剰に添加した場合には焼入れ時に過剰に硬化し、焼き割れを生じる恐れがあることから2%以下が望ましい。

【0012】(2) フェライト平均粒径および炭化物平均粒径、炭化物分散状態

フェライト粒径および炭化物粒径は打抜き性に大きな影響を及ぼし、フェライト粒径が大きいほど、素材が軟質化し、加工工具への負荷が低減する。また、炭化物を含まないフェライト粒を低減することにより、加工工具との凝着が減少し焼き付きを抑制することができる。さらに、炭化物を微細に分散させることで、打抜き時の摩擦抵抗が低減され、加工工具の損耗が減少し、工具寿命が著しく延びるが、極度に微細になりすぎると素材硬度が上昇し、かえって加工工具への負荷が増大する。これらを考慮して、フェライト粒径を $2\mu\text{m}$ 以上で、かつ炭化物平均粒径が $0.3\mu\text{m}$ 以上、 $1.6\mu\text{m}$ 未満で、炭化物を含まないフェライト粒が30%以下とした。このように規定することで、著しく打抜き性が向上する。

【0013】以下、このことを実証する実験について説明する。実機連続鍛造スラブ（C：0.45wt%（以下%とする）、Si：0.2%、Mn：0.75%、P：0.007%、S：0.004%、sol. Al：0.01%、N：0.0035%）を 1270°C に加熱し、仕上温度 $820^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$ 、巻取温度 $500^{\circ}\text{C}\sim 700^{\circ}\text{C}$ の条件で熱間圧延を行い、次に、 $600^{\circ}\text{C}\sim 720^{\circ}\text{C}$ で20～120時間で焼鈍を行って板厚4.0mmの鋼板を作製した。

【0014】このようにして作製した鋼板にポンチによ

り打抜きを行い、打抜き性を評価した。打抜き性の評価は、ポンチ径10mm、ダイス径10.8mm(クリアランス10%)の打抜き工具を用い、クランクプレス試験機により打抜きを行い、工具との凝着性の指標として打抜き面の剪断面高さおよび加工工具に対する負荷の指標として打抜き時の最大荷重を測定した。

【0015】図1に、フェライト平均粒径と最大打抜き荷重の関係を示す。図1に示すように、フェライト平均粒径が2 μ m以上で、概ね、最大打抜き荷重が低くなり、良好な打抜き性が得られる。しかしながら、フェライト平均粒径が2 μ m以上であっても、最大打抜き荷重のバラツキが大きく、高い荷重を示すものがある。

【0016】図1に示したフェライト平均粒径2 μ m以上の鋼板について、炭化物粒径と最大打抜き荷重との関係、および炭化物粒径と剪断面高さとの関係をそれぞれ図2、図3に示す。図2に示すように、炭化物粒径が0.3 μ m未満で最大打抜き荷重が著しく高くなった。一方、図3に示すように、炭化物平均粒径が1.6 μ m以上で剪断面高さが高くなった。これらの結果から、炭化物平均粒径が0.3 μ m以上、1.6 μ m未満で良好な打抜き性が得られることが確認された。

【0017】しかしながら、フェライト粒径および炭化物粒径を規制しても、一部の鋼板については剪断面高さが高くなり、打抜き加工性の低いものが認められた。そこで、図2、図3に示したフェライト平均粒径2 μ m以上で、かつ炭化物平均粒径が0.3 μ m以上、1.6 μ m未満の鋼板について、炭化物の分散状態に着目し、炭化物を含まないフェライト粒の割合と剪断面高さの関係について調査した。その結果を図4に示す。

【0018】図4に示すように、炭化物を含まないフェライト粒の割合が30%以下になるように炭化物を均一分散させることにより、剪断面高さが低くなり、良好な打抜き性を示す。

【0019】フェライト粒径および炭化物粒径、炭化物分散状態(炭化物を含まないフェライト粒の割合)の測定方法については、特に限定されるものではないが、サンプルの板厚断面を研磨・腐食後、1000~5000倍の走査型電子顕微鏡写真を撮影し、その写真からフェライト粒径および炭化物粒径、炭化物分散状態(炭化物を含まないフェライト粒の割合)を測定することが望ましい。実際にサンプルのフェライト粒径および炭化物粒径を求めるに際しては、写真に撮影されている粒の粒径の平均をもって平均粒径とする。また、フェライト粒径および炭化物粒径、炭化物分散状態(炭化物を含まないフェライト粒の割合)の測定は、少なくとも0.01mm²以上でないと測定数が少なく適当なデータが得られない。

【0020】なお、本発明は、重量%でCを0.2%以上含み、フェライトおよび上記特定の範囲の粒径を有する炭化物を主体とする組織であれば所期の効果を発揮す

るものであり、他の成分については特に規定する必要はなく、Mn、Si、P、S、Al、Nなどの元素が通常の範囲で含有されていても問題はない。

【0021】ただし、Mnは炭化物の固溶抑制効果による焼入性低下を引き起こす傾向があることから2%以下が望ましい。また、Siについては、炭化物を黒鉛化し、焼入性を阻害する傾向があることから2%以下が望ましい。P、Sについては、過剰に含有すると延性が低下するため、ともに0.03%以下が望ましい。Alについては、過剰に含有するとAlNが多量に析出し焼入性を低下させるため、0.08%以下が望ましい。Nについても、過剰に含有した場合には延性の低下をもたらすため、0.01%以下が望ましい。

【0022】また、目的に応じて、通常添加される範囲でB、Cr、Cu、Ni、Mo、Ti、Nb、W、V、Zrなど各種元素を添加してもよい。これら元素は本発明の効果になんら影響を及ぼさない。また、製造過程でSn、Pbなどの各種元素が不純物として混入する場合があるが、このような不純物も本発明の効果になんら影響を及ぼすものではない。

【0023】次に、本発明に係る高炭素鋼の好ましい製造方法について説明する。まず、本発明範囲内の成分に調整された溶鋼を、造塊後、分塊処理または連続 casting によってスラブとする。次に熱間圧延を行うが、その際のスラブ加熱温度は、スケール発生による表面状態の変化の点から、1280℃以下が適正であり、仕上温度は加工性の点からAr₃以上とするのが望ましい。巻取温度は炭化物の粗大化抑制のために700℃以下とし、炭化物の極微細化抑制の観点から450℃以上とすることが望ましい。

【0024】冷間圧延板として使用する場合には、その後冷間圧延を行うが、その際の冷圧率は焼鈍時の炭化物を微細化するために20%以上であることが好ましいが、圧延負荷の点から80%以下とすることが望ましい。

【0025】熱間圧延後あるいは冷間圧延後の焼鈍については、箱焼鈍、連続焼鈍のいずれでもよく、その際の温度は、パーライトの生成を抑制するために、Ac₃点以下とすることが好ましい。なお、冷間圧延と焼鈍を2回以上組み合わせてもよい。

【0026】その後、必要に応じて調質圧延を行うが、調質圧延については焼入時に影響を及ぼさないことから、その条件に特に制限はない。

【0027】なお、本発明鋼の成分調整には、転炉および電気炉のどちらでも使用可能であり、熱間圧延時に粗圧延を省略して仕上げ圧延を行っても全く問題はない。また、連続 casting スラブをそのまま、または温度低下を抑制する目的で保熱処理を行って圧延する直送圧延であってもよい。さらに、本発明鋼は熱延鋼板でも冷延鋼板でもよく、いずれの場合にも、本発明の効果を得ることが

できる。

【0028】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

（実施例1）JIS規格S45C相当（C：0.45%、Si：0.20%、Mn：0.74%、P：0.001%、S：0.007%、Al：0.01%、N：0.004%）の連続鋳造スラブを1200℃に加熱し、仕上温度820～900℃、巻取温度500～700℃の条件で熱間圧延を行い、600～720℃で20～120時間の箱焼鈍を行って板厚4.0mmの鋼板を作製した。

【0029】各鋼板に対しフェライト平均粒径および炭化物粒径測定、炭化物分布測定（炭化物を含まないフェライト粒の割合）、打抜き性試験を行った。これらの測定方法および条件について以下に示す。

【0030】〈フェライト粒径、ならびに炭化物粒径お

よびその分散状態〉サンプルの板厚断面を研磨・腐食後、走査型電子顕微鏡にてマイクロ組織を撮影し、0.01mm²の範囲～フェライト粒径および炭化物粒径、炭化物分散状態（炭素を含まないフェライト粒の割合）の測定を行った。

【0031】〈打抜き性試験〉上記鋼板に対し、ポンチ径10mm、ダイス径10.8mm（クリアランス10%）の打抜き工具を用い、工具との凝着性の指標として打抜き面の剪断面高さおよび加工工具に対する負荷の指標として打抜き時の最大荷重を測定した。

【0032】各鋼板のフェライト粒径および炭化物粒径およびその分散状態、ならびに上記打抜き性試験の結果を表1に示す。

【0033】

【表1】

No.	フェライト 平均粒径 (μm)	炭化物 平均粒径 (μm)	炭化物を含まない フェライト面積率 (%)	剪断面高さ (mm)	打抜き荷重 (ton)	備考
1	2.2	1.32	8	1.55	5.5	本発明例
2	3.8	0.34	11	1.30	5.5	本発明例
3	5.2	1.50	16	1.68	5.5	本発明例
4	4.5	1.11	27	1.84	5.6	本発明例
5	10.4	1.43	3	1.70	5.0	本発明例
6	1.8	0.77	9	1.42	7.4	比較例
7	3.3	0.21	4	1.34	7.1	比較例
8	5.4	1.66	14	2.95	5.4	比較例
9	4.7	1.20	35	3.22	5.2	比較例

【0034】表1に示すように、フェライト平均粒径が2 μm 以上で、かつ炭化物平均粒径が0.3 μm 以上、1.6 μm 未満で、炭化物を含まないフェライト粒の割合が30%以下で、最大打抜き荷重が低くなるとともに剪断面高さも低く、優れた打抜き性が得られることが確認された。

【0035】（実施例2）JIS規格S30C相当

（C：0.30%、Si：0.21%、Mn：0.76%、P：0.009%、S：0.005%、Al：0.03%、N：0.0040%）の連続鋳造スラブを1100℃に加熱し、仕上温度830～920℃、巻取温度480～700℃の条件で熱間圧延を行い、酸洗後、冷圧率20～60%で冷間圧延を行い、さらに600～720℃で20～120時間の箱焼鈍を行って板厚2.5

mmの鋼板を作製した。

【0036】各鋼板に対しフェライト平均粒径および炭化物粒径測定、炭化物分布測定（炭化物を含まないフェライト粒の割合）、打抜き性試験を行った。これらの測定方法および試験条件は、基本的に実施例1と同様であるが、鋼板の板厚が2.5mmであるため、ポンチ径10mm、ダイス径10.5mm（クリアランス10%）の打抜き工具を用いた。

【0037】各鋼板のフェライト粒径および炭化物粒径およびその分散状態、ならびに上記打抜き性試験の結果を表2に示す。

【0038】

【表2】

No.	フェライト 平均粒径 (μm)	炭化物 平均粒径 (μm)	炭化物を含まない フェライト面積率 (%)	剪断面高さ (mm)	打抜き荷重 (ton)	備考
10	2.3	0.66	9	0.82	4.9	本発明例
11	2.8	0.32	10	0.61	5.1	本発明例
12	6.5	1.54	5	1.01	4.7	本発明例
13	8.1	1.22	28	1.12	4.6	本発明例
14	12.3	1.40	7	0.95	4.4	本発明例
15	1.7	0.44	6	0.65	6.8	比較例
16	3.0	0.28	3	0.72	7.0	比較例
17	7.6	1.80	11	2.04	4.5	比較例
18	4.4	1.05	37	2.17	4.4	比較例

【0039】表2に示すように、実施例1と同様に、フェライト平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以上で、かつ炭化物平均粒径が $0.3\mu\text{m}$ 以上、 $1.6\mu\text{m}$ 未満で、炭化物を含まないフェライト粒の割合が30%以下で、最大打抜き荷重が低くなるとともに剪断面高さも低く、優れた打抜き性が得られることが確認された。

【0040】(実施例3) JIS規格SK5相当(C: 0.83%, Si: 0.20%, Mn: 0.36%, P: 0.01%, S: 0.003%, Al: 0.01%, N: 0.0035%)の連続鋳造スラブを 1280°C に加熱し、仕上温度 $800\sim 900^\circ\text{C}$ 、巻取温度 $500\sim 700^\circ\text{C}$ の条件で熱間圧延を行い、酸洗後、冷圧率20~60%で一次冷間圧延および $550\sim 720^\circ\text{C}$ で20~120時間の箱焼鈍を行い、さらに、冷圧率40

%で二次冷間圧延および $640\sim 720^\circ\text{C}$ で連続焼鈍を行って板厚1.5mmの鋼板を作製した。

【0041】各鋼板に対しフェライト平均粒径および炭化物粒径測定、炭化物分布測定(炭化物を含まないフェライト粒の割合)、打抜き性試験を行った。これらの測定方法および試験条件は、基本的に実施例1と同様であるが、鋼板の板厚が1.5mmであるため、ポンチ径10mm、ダイス径10.3mm(クリアランス10%)の打抜き工具を用いた。

【0042】各鋼板のフェライト粒径および炭化物粒径およびその分散状態、ならびに上記打抜き性試験の結果を表3に示す。

【0043】

【表3】

No.	フェライト 平均粒径 (μm)	炭化物 平均粒径 (μm)	炭化物を含まない フェライト面積率 (%)	剪断面高さ (mm)	打抜き荷重 (ton)	備考
19	2.1	0.43	8	0.32	8.0	本発明例
20	2.6	0.32	7	0.29	8.2	本発明例
21	4.5	1.54	12	0.44	7.8	本発明例
22	3.0	1.16	26	0.47	7.8	本発明例
23	3.4	0.92	6	0.30	7.9	本発明例
24	1.2	0.53	5	0.34	9.5	比較例
25	2.4	0.27	16	0.29	9.7	比較例
26	5.8	1.71	9	1.18	7.9	比較例
27	3.3	1.02	32	1.22	8.0	比較例

【0044】表3に示すように、実施例1、2と同様に、フェライト平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以上で、かつ炭化物平均粒径が $0.3\mu\text{m}$ 以上、 $1.6\mu\text{m}$ 未満で、炭化物を含まないフェライト粒の割合が30%以下で、最大打抜き荷重が低くなるとともに剪断面高さも低く、優れた打抜き性が得られることが確認された。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、加工工具の長寿命化を目的としてフェライト粒径および炭化物粒径を制御するだけでなく、炭化物の分散状態をも制御することにより、打抜き時の荷重が小さく、かつ剪断面高さも低く、極めて打抜き加工性に優れた高炭素

鋼を提供することができる。このように本発明に係る高炭素鋼板は打抜き性に優れていることから、加工工具の寿命を著しく長く保つことが可能となり、ギアに代表される変速機部品等を製造する際に低コストで製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】フェライト平均粒径と最大打抜き荷重との関係を示す図。

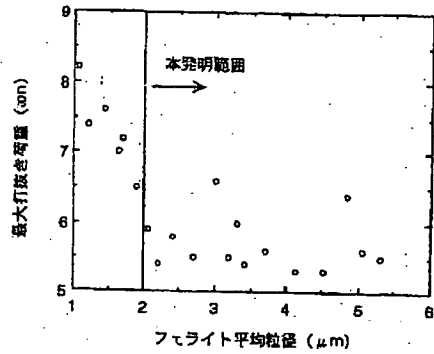
【図2】炭化物平均粒径と最大打抜き荷重との関係を示す図。

【図3】炭化物平均粒径と剪断面高さとの関係を示す図。

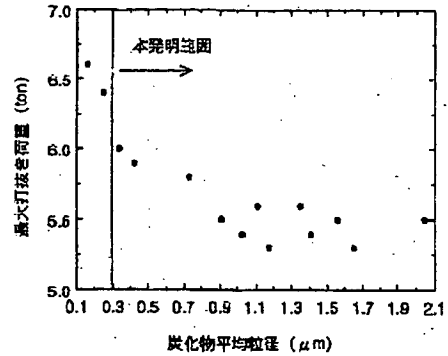
【図4】炭化物を含まないフェライトの面積率と剪断面

高さとの関係を示す図。

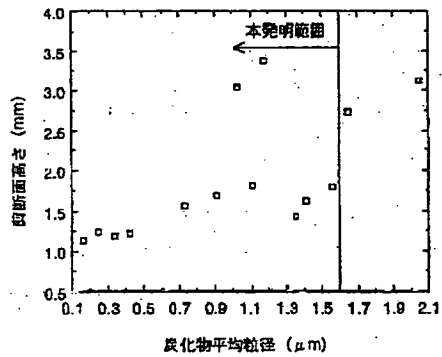
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

